



高职交通运输大类专业城市轨道交通方向规划教材

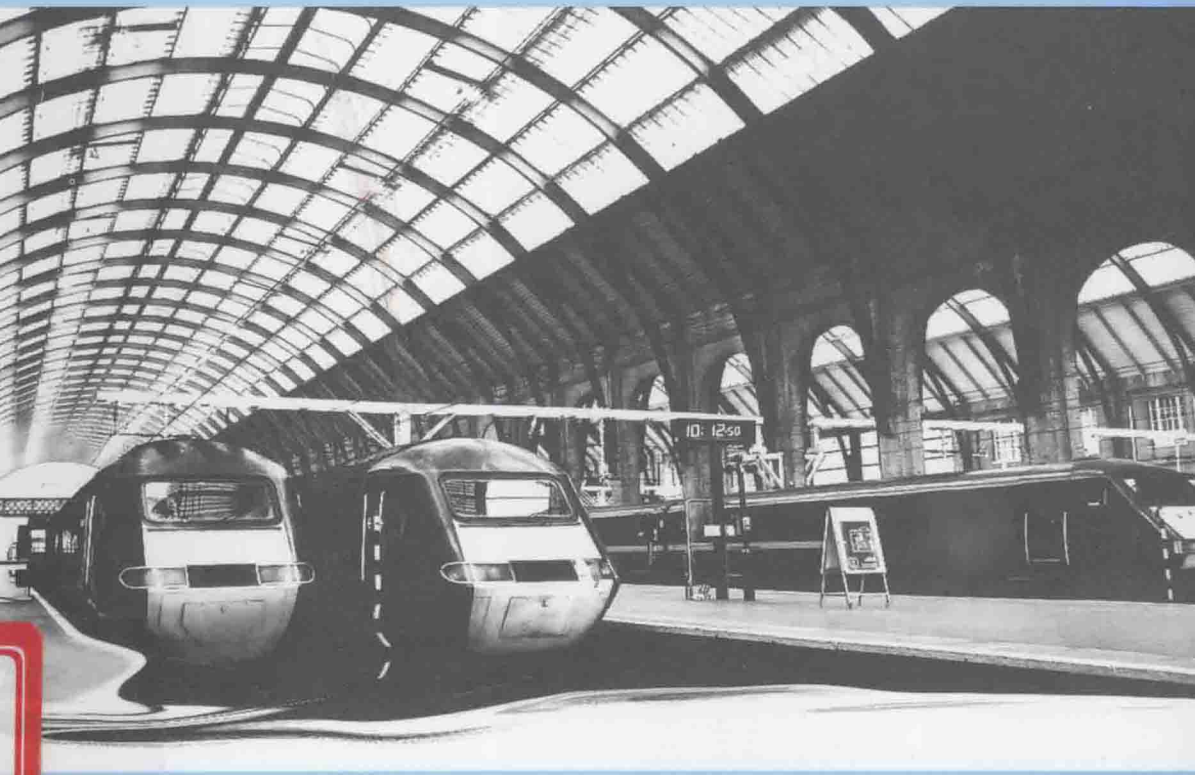
城市轨道交通概论

ChengShi GuiDao JiaoTong GaiLun

主 编◎叶华平 刘志刚 牛红霞

副主编◎朱 鸣 慕 威 贾雅欣

主 审◎毛保华



人民交通出版社
China Communications Press



高职交通运输类专业城市轨道交通方向规划教材

城市轨道交通概论

ChengShi GuiDao JiaoTong GaiLun

主 编 ◎ 叶华平 刘志刚 牛红霞

副主编 ◎ 朱 鸣 慕 威 贾雅欣

主 审 ◎ 毛保华



人民交通出版社

China Communications Press

内 容 提 要

本书全面介绍了城市轨道交通系统,内容包括:城市轨道交通规划与发展、线路和车站、车辆、供电系统、通信系统、信号系统、自动售检票系统、车站机电设备、行车管理和客运管理。本书反映专业新技术、新工艺、新理念,旨在使读者对城市轨道交通系统有总括认识。

本书适于高职高专城市轨道交通相关专业学生选择教材使用,也可供从事相关工作技术人员作参考资料或作培训教材使用。

图书在版编目(CIP)数据

城市轨道交通概论 / 叶华平等主编. —北京:人民交通出版社,2011.8

ISBN 978-7-114-09309-8

I. ①城… II. ①叶… III. ①城市铁路—概论 IV. ①U239.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 152324 号

书 名:城市轨道交通概论

著 者:叶华平 刘志钢 牛红霞

责任编辑:杜 琛

出版发行:人民交通出版社

地 址:(100011)北京市朝阳区安定门外外馆斜街3号

网 址:<http://www.ccpres.com.cn>

销售电话:(010) 59757969、59757973

总 经 销:人民交通出版社发行部

经 销:各地新华书店

印 刷:北京市密东印刷有限公司

开 本:720×960 1/16

印 张:19

字 数:348千

版 次:2011年8月 第1版

印 次:2011年8月 第1次印刷

书 号:ISBN 978-7-114-09309-8

定 价:38.00元

(如有印刷、装订质量问题的图书由本社负责调换)

《城市轨道交通概论》 编写委员会

主 编：叶华平 刘志钢 牛红霞
副主编：朱 鸣 慕 威 贾雅欣
参 编：潘 俐 广德春 朱爱华
主 审：毛保华
责任编辑：第一章 朱小瑶
 第二章 姚纯洁
 第三章 姚晓荣 王 健 孙沪澄
 第四章 李跃进 周 丰
 第五章 唐 益
 第六章 徐金祥 陆国春 黄浩强
 第七章 陈春根
 第八章 夏 熠
 第九章 吴玲英 张建华 姚 军 李 佩
 第十章 翁 瑶

前言 Preface

城市轨道交通具有运能大、能耗低、污染少、速度快、安全准点等优点,深受人民群众的欢迎。随着改革开放的深入和国民经济的发展,城市轨道交通建设进入了快速发展期:北京、天津、上海、广州、深圳、南京、重庆、武汉、大连、长春、沈阳、成都共 12 座城市先后开通运营了 48 条城市轨道交通线路,运营里程达 1395 公里;目前又有 36 个城市申报了城市轨道交通建设发展规划,其中有 28 座城市得到了国家批准,计划至 2015 年前后规划建设 96 条轨道交通线路,建设线路总长 2500 多公里。

城市轨道交通是集线路、车辆、供电、通信信号、自动售检票、运营管理等专业工种于一体的综合系统;新工艺、新技术在城市轨道交通各个专业得到充分地运用。城市轨道交通职业是新的职业工种,随着城市轨道交通的发展,城市轨道交通高等职业院校及专业也应运而生,为此编写适用于城市轨道交通高等职业教育的教材是必要的。

《城市轨道交通概论》综合国内外城市轨道交通的发展实践,结合城市轨道交通近四十年的建设、运营、设备维护经验,由工作在第一线的各专业工种培训师撰写,专业新技术、新工艺、新理念都得到了及时的反映和概括。本教材是多年教学培训实践的积累,理论联系实际,对网络化规划、管理、应急预案处置、客运组织、客运服务都作了创新性的阐述。

本书在编写过程中得到城市轨道交通专业教师的指导和帮助,也得到有关城市轨道交通运营管理企业的大力支持,在此表示衷心地感谢!

本书可以作为城市轨道交通大专院校、职业学校、培训学校的教学用书,也适用于其他院校相关专业的选修课程教材,也可作为城市轨道交通运营管理人员、专业技术人员的参考资料。

编者

2011 年 7 月

目录 Contents

第一章	城市轨道交通规划与发展	1
第一节	城市与城市交通	1
第二节	国内外城市轨道交通的发展	6
第三节	城市轨道交通系统组成	10
第四节	城市轨道交通运营网络化	13

第二章	城市轨道交通线路和车站	20
第一节	线路	21
第二节	车站与停车场	44

第三章	城市轨道交通车辆	50
第一节	城市轨道交通车辆的编组及运行	50
第二节	城市轨道交通车辆的类型和特点	52
第三节	城市轨道交通车辆的组成	56

第四章	城市轨道交通供电系统	85
第一节	城市轨道交通供电系统的构成	85
第二节	城市轨道交通供电系统的变电站	88
第三节	城市轨道交通电力监控系统	95
第四节	城市轨道交通接触网	96

第五章	城市轨道交通通信系统	105
第一节	城市轨道交通通信系统	105
第二节	通信子系统组成及其介绍	108
<hr/>		
第六章	城市轨道交通信号系统	137
第一节	信号系统作用和组成	137
第二节	联锁与闭塞	146
第三节	列车运行自动控制系统	148
<hr/>		
第七章	自动售检票系统	168
第一节	自动售检票系统	168
第二节	车票	172
第三节	车站终端设备	180
第四节	清分系统	184
<hr/>		
第八章	车站机电设备	193
第一节	低压配电和照明	193
第二节	火灾报警系统	197
第三节	设备监控系统	201
第四节	环控系统	204
第五节	给排水系统	207
第六节	电梯和自动扶梯	212
第七节	屏蔽门	215
<hr/>		
第九章	城市轨道交通行车管理	220
第一节	列车运行计划	220
第二节	行车组织	232
第三节	乘务管理	241
<hr/>		

第十章	城市轨道交通客运管理	252
第一节	客流组织	252
第二节	乘客服务	267
第三节	客运安全	277
第四节	客运组织	285

第一章 城市轨道交通规划与发展

【职业能力目标】

通过本章的学习,了解城市交通规划及城市轨道交通的发展。

1. 了解城市化进程的加快是历史发展的必然,城市居民“出行难”已成为世界性难题,城市公共交通才是解决城市“出行难”的有效手段。
2. 了解城市轨道交通建设耗资巨大,建成后的车站和线路又具有不可更改的特性,对其合理规划是城市发展规划的重要内容之一。

【学习要求】

1. 了解城市轨道交通在公共交通中的重要作用。掌握轨道交通的“多工种、多专业的联动体”和“大运量、快捷、安全、准时”的特点。
2. 了解城市轨道交通网络化运营对于城市交通的作用,网络化运营线路的条件。

第一节 城市与城市交通

一 当代城市发展的趋势

根据联合国人口司最新颁布的《世界人口城镇化展望(2009年修正版)》:2010年全球69亿人口中有35亿人居住在城镇,占50.5%;其余34亿人居住在农村,占49.5%。到2050年,全球居住在城镇的人口将攀升至63亿,占那时全球总人口的69%;而全球农村人口将下降为29亿,占那时全球总人口的31%。

目前,全球有21个人口在千万以上的超大城市,其中亚洲占11个,中国的北京和上海榜上有名。预计到2025年,全球将有29个超千万人口的城市,亚洲将占16个,中国的重庆、深圳和广州三个城市将位列其中。城市人口的高密度必然造成市民出行需求量的迅猛增加。如图1-1所示,为我国2010年的春运现场图。

近30年来我国城镇化发展的特点如下:

- (1)城镇化速度较快;



图 1-1 中国 2010 年春运

(2)建制市的数量发展较快,城市规模较大;

(3)城市增长的地区不平衡性。其主要体现在:

①沿海城市人口数量比非沿海城市多;

②各省市间差异较大。

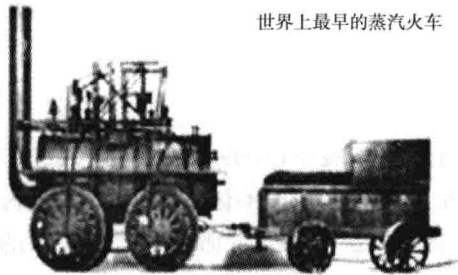
从世界城市发展历史可以得出结论:科技进步和经济发展,已使城市化进程成

为不可阻挡的发展趋势,城市化程度已成为国家现代化发展的衡量指标之一。

二 城市交通的发展

随着人类科技的进步,车辆的驱动力由动物、人力进化到蒸汽机、内燃机、电力甚至太阳能,牛车、马车、人力车逐步被自行车、汽车、电车、火车等交通工具所取代。

英国著名的发明家詹姆斯·瓦特于 1790 年发明了现代意义上的蒸汽机。1814 年 7 月英国发明家 G. 斯蒂芬森采用蒸汽机技术,造出了第一辆可运行的机车,被誉为首次成功的机车。如图 1-2 所示,是世界上最早的蒸汽火车;图 1-3 为“火箭”号蒸汽机车。



世界上最早的蒸汽火车

图 1-2 世界上最早的蒸汽火车

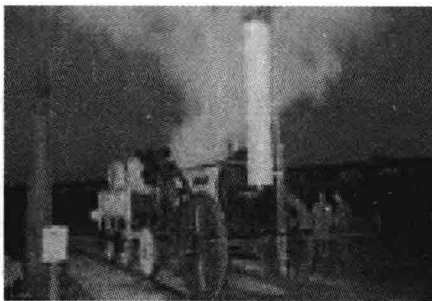


图 1-3 “火箭”号蒸汽机车

为了减少城市空气的污染,方便市民的出行,诞生了以人力为驱动力的自行车。然而私家汽车和自行车对地面道路资源的占有明显高于公用车辆,进一步造成了城市道路的拥堵。人们认识到解决城市交通问题的出路在于优先发展公共交通,尤其迫切需要既不占用地面道路资源,又能对人员进行大运量运送的城市公共交通工具。

将火车建在地下,既能利用火车巨大的运输能力,又不占用地面道路资源的设想促成了城市地铁的诞生。

1863年世界第一条地下铁道在伦敦建成。采用蒸汽机车牵引,它标志着城市快速轨道交通在世界上诞生。今天伦敦地铁已达408km,其中地下线路160km,运营线路12条,车站274座,每日载客量高达300万人次。

中国第一条地铁——北京地铁于1969年10月建成。目前国内轨道交通运营里程最多的城市是上海,至2010年5月,已开通运营12条线路,282座车站,总运营里程近420km,换乘车站33座。图1-4是2010年上海轨道交通运营线路示意图。

特别需要指出的是,城市公共客运交通系统包括所有的公共交通出行方式,如:公共汽车、电车、轨道交通、出租汽车、轮渡等。城市轨道交通仅仅是城市公共交通的形式之一。

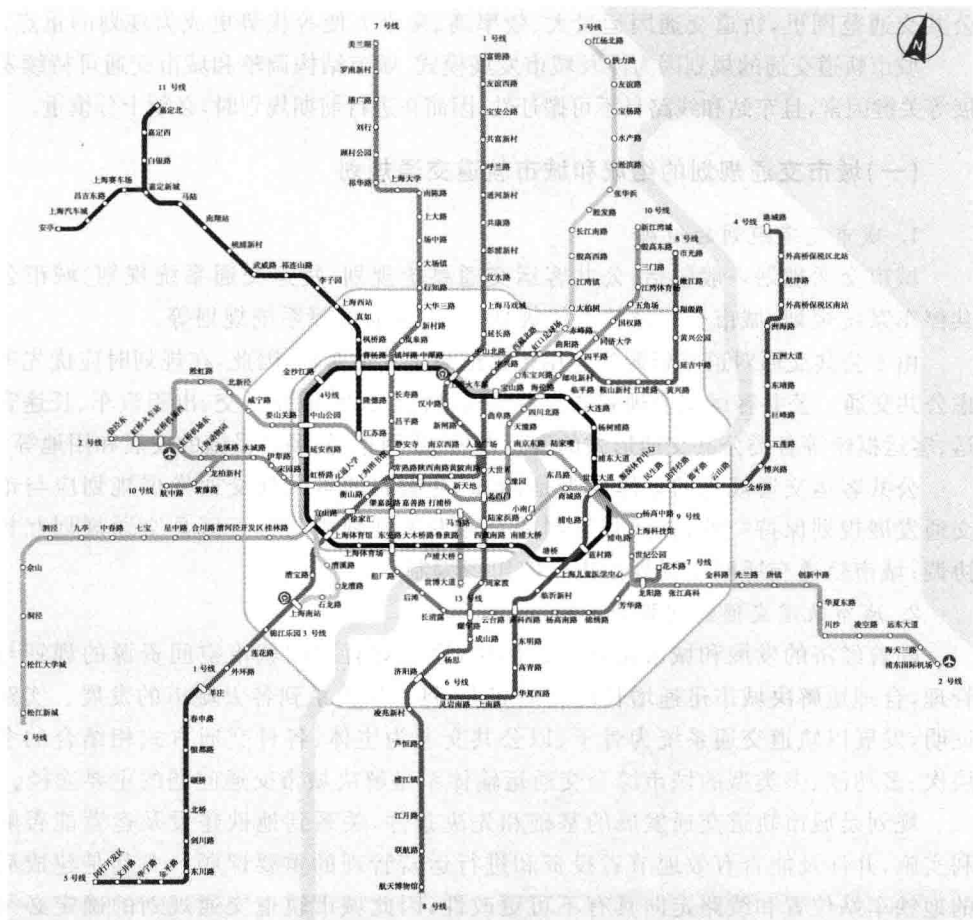


图 1-4 2010 年上海轨道交通运营线路示意图

公共交通是解决城市交通拥堵的有效方法之一。公共交通是为市民服务的大众交通,是以人为本的交通系统。作为城市基础设施,公共交通的发展既是城市交通发展的重点和关键,是关系到国计民生的社会公益事业;又是衡量城市建设现代化程度的标志。要加快城市公共交通的发展,首先要做好城市公共交通发展的规划。

三 城市交通规划

城市交通规划必须坚持可持续性发展的规划原则。城市交通的可持续发展并不只是简单地解决交通拥堵,还包括:人文、生态环境、支持交通的能源及交通安全的可持续性等因素。解决城市交通问题,不能将思路简单地局限于“车路”矛盾。在进行城市交通规划时,除了道路规划外,必须优先发展城市的公共交通。在城市公共交通范围内,轨道交通因运量大、效率高、乘坐方便等优势更成为规划的重点。

城市轨道交通的规划因为涉及城市发展模式、城市结构调整和城市交通可持续发展等关键因素,且车站和线路具不可搬迁性,因而在进行前期规划时,必须十分慎重。

(一)城市交通规划的组成和城市轨道交通规划

1. 城市交通规划的组成

城市交通规划一般包括:公共客运交通系统规划、货运交通系统规划、城市公共停车系统规划、城市交通科技系统规划、城市交通保障系统规划等。

由于公共交通对道路资源的利用率远远高于其他车辆,因此,在规划时应优先考虑公共交通。公共客运交通规划的内容包括:轨道交通、地面公交、出租汽车、长途客运、客运枢纽等各类公共交通形式的客运发展、线网布局、场站设施的发展和用地等。

公共客运交通规划的总体要求是:各区县编制的本区县交通发展规划应与市交通发展规划保持一致;各区县编制的交通发展规划应与邻近区县交通规划互相协调;城市轨道交通网络规划由市政府组织编制。

2. 城市轨道交通线网规划原则

随着经济的发展和城市化进程的加快,通过对有限的城市空间资源的规划与管理,合理地解决城市迅速增长的交通需求,将直接关系到各大城市的发展。实践证明,发展以轨道交通系统为骨干、以公共交通为主体、各种交通方式相结合的多层次、多功能、多类型的城市综合交通运输体系是解决城市交通问题的主要途径。

规划是城市轨道交通发展的基础和先决条件,关系到地铁建设及运营能否顺利实施,并涉及能否有效地节省投资和进行运营管理的重要课题。尤其是建成后的地铁车站位置和线路走向具有不可更改性,因此城市轨道交通规划的确定必须十分慎重。各城市在进行城市交通线网规划中,都将轨道交通线网规划作为重点,

结合城市现状和预期的城市发展规划,反复推敲、科学论证、不断完善,形成最终规划图。图 1-5 为北京市区轨道交通线网规划调整方案图。确定城市轨道交通线的规模是优化设计的第一步。

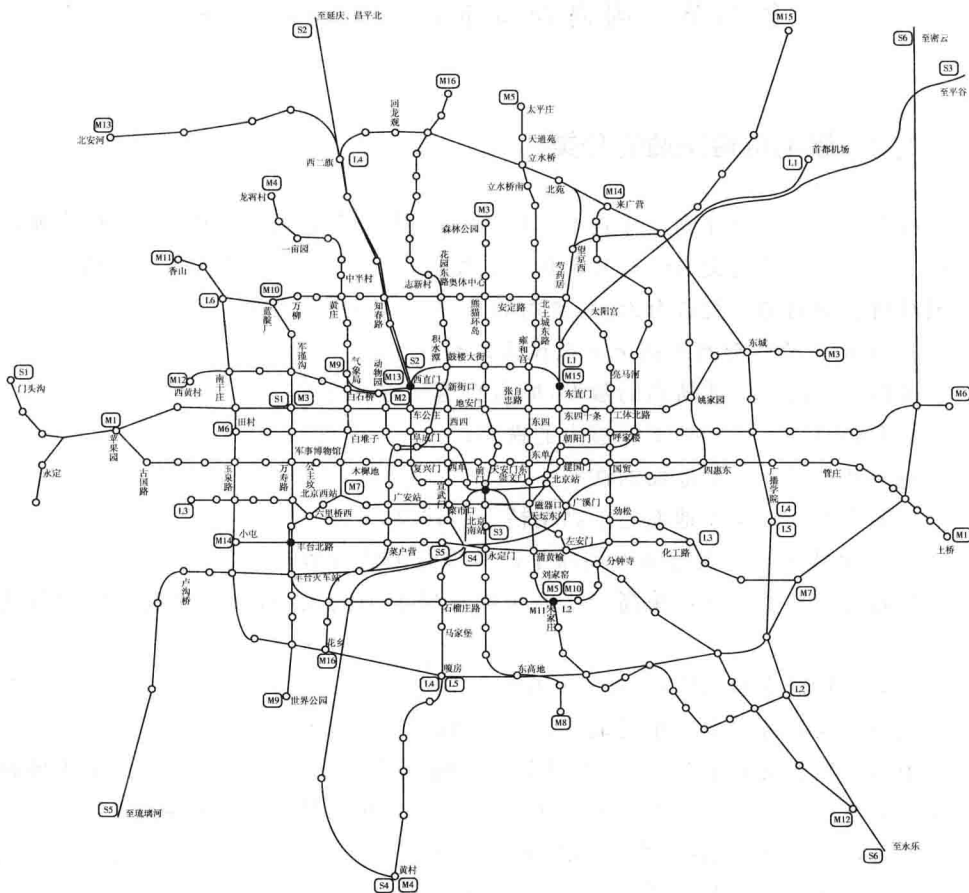


图 1-5 北京轨道交通线网规划调整方案图

(二)城市公交优先发展原则

城市交通隶属于城市整体规划。创新的公共交通模式是城市实现交通可持续发展、土地资源集约利用和城市工业健康发展,实现多赢目标的根本出路。目前公认的解决城市交通问题的有效手段是发展城市公共交通或称为“公交优先”原则。

“公交优先”即优先发展城市公共交通。在城市发展和规划中,把公共交通的规划、建设、管理放在优先的位置上,给予政策、资金、技术等方面的扶持,使其能以畅通的道路、良好的车况、纵横密集的线网站点,为公众出行提供更多、更好、更快

的服务。

要做到公交优先,就必须首先做到规划优先、财政优先、路权优先和立法优先。

第二节 国内外城市轨道交通的发展

一 城市轨道交通的分类

城市中使用车辆在固定导轨上运行并主要用于城市客运的交通系统称为城市轨道交通系统。轨道交通经过几个世纪的发展,形成了多种多样的轨道交通方式。各国对轨道交通的分类各有差异,常用的分类方式有以下几种。

1. 按构筑物的形态或轨道的敷设方式划分

按构筑物的形态或轨道的敷设,城市轨道交通可分为三类:

地下铁路——位于地下隧道内的铁路;

地面铁路——位于地面的铁路;

高架铁路——位于地面之上高架桥上的铁路。

2. 根据城市轨道交通系统高峰小时单向运输能力的大小分类

根据城市轨道交通系统高峰小时单向运输能力的大小,轨道交通系统可分为以下三类。

高运量轨道交通系统:高峰小时单向运输能力达到 30000 人以上,属于该种类型的轨道交通系统主要有重型地铁、轻型地铁及中低速磁悬浮系统等;

中运量轨道交通系统:高峰小时单向运输能力为 15000~30000 人,属于该种类型的轨道交通系统主要有微型地铁、高技术标准的轻轨和独轨铁路;

低运量轨道交通系统:高峰小时单向运输能力为 5000~15000 人,属于该种类型的轨道交通系统主要有低技术标准的轻轨、自动导向交通系统和有轨电车。

3. 以导向方式划分

按导向方式,城市轨道交通系统可分为两类。

轮轨导向:一般钢轮钢轨系统,如地铁、轻轨、有轨电车等均属于轮轨导向方式;

导向轮导向:单轨和新交通系统的胶轮车辆属于导向轮导向系统。

4. 以轮轨的材料划分

以轮轨的材料,城市轨道交通系统可分为钢轮钢轨系统和胶轮钢筋混凝土轨道交通系统。地铁、轻轨、有轨电车属前者,单轨和新交通系统属后者。

5. 按运能范围及车辆类型划分

按运能范围及车辆类型,城市轨道交通可分为市郊铁路(Suburban Railway)、

地下铁道(Metro, the Underground,在德国称为 U-Bahn)、轻轨交通(Light Metro, Light Rail Transit)、独轨交通(Monorail)、有轨电车(Tram, Tramway)、自动导向交通(Automated Guided Transit)、小断面地铁(Mini-Metro)、胶轮地铁(Rubber Tyred Metro)、索道(Aerial Tramway)等类型。

二 国外城市轨道交通的发展

英国作为西方资本主义国家中首先进行工业革命的国家,现代工业发展较快,世界上的第一条铁路就诞生在英国。1825年9月27日这一天,世界上第一条铁路正式通车运营,开业典礼上举行了盛况空前的由五列列车组成的检阅式表演。此后,铁路运输的大运量、快速、方便的优势逐步为人们所认识。

面对城市中日益严峻的市民“出行难”问题,人们产生了将铁路引入城市的设想。1843年英国人皮尔逊为伦敦市设计了第一条城市地铁,直至10年后,英国议会才批准在法林顿和主教路之间修一条地铁。又经过了10年建设,1863年1月10日,在英国伦敦诞生了世界上第一条全长仅6km的城市地铁。伦敦成为世界上最早拥有地铁系统的城市。

在首条地铁向公众开放的最初6个月内,乘客数目就达477万人次,平均每天有2.65万人次乘坐。地下铁路用其业绩向世人证明:城市轨道交通是解决城市居民“出行难”问题的有效手段,也是市民能够负担和利用的快捷的城市公共交通工具。此后,世界各大城市兴起了建设城市轨道交通的高潮。

城市轨道交通还包括有轨电车、单轨电车和磁悬浮列车等。1881年,第一辆有轨电车在德国柏林工业博览会上展示。1888年,世界上第一条有轨电车系统在美国弗吉尼亚州里士满市投入运营。1908年,中国第一条有轨电车在上海建成通车。1969年,中国第一条地铁——北京地铁一期工程于当年10月建成。1978年,在比利时国际公共交通联合会上,新型有轨电车交通的统一名称被确定,简称轻轨交通。

由于城市轨道交通的建设需要庞大的资金和先进的技术,因此,直到第二次世界大战后,随着全世界经济起飞,城市轨道交通的建设速度才得以加快。20世纪70年代和80年代是世界各国地下铁道建设的高峰期。发达国家的主要大城市如纽约、华盛顿、芝加哥、伦敦、巴黎、柏林、东京、莫斯科等虽然已基本完成了地铁网络的建设,但后起的中等发达国家和地区,特别是发展中国家的地铁建设却方兴未艾。比如亚洲共有26个城市有地下铁道。除了东京与大阪在第二次世界大战前就建有地下铁道外,其余24个城市均是在第二次世界大战后建成。

旧式有轨电车行驶在道路中间,与其他车辆混合运行,且受路口红绿灯的控制,运行速度很慢,正点率低,而且噪声大,加减速性能较差。同时,随着汽车工业

的迅速发展,西方国家私人小汽车数量急骤增长。大量的汽车涌上街头,使得城市道路面积明显地不够用。于是从 20 世纪 50 年代开始,世界各国大城市都纷纷拆除原有的有轨电车线路。不占用地面道路资源、不受其他形式交通工具的制约是城市对公共交通工具的新要求,自成体系、独立运营的轨道交通因此应运而生,成为新的城市公共交通工具。

由于地下铁道造价昂贵,建设进度受财政和其他因素制约,西方大城市在建设地下铁道的同时,又重新把注意力转移到地面轨道上来。利用现代高科技开发了新一代噪声低、速度高、转弯灵活、乘客上下方便,甚至照顾到老人和残疾人需求的低地板新型有轨电车。在线路结构上,也采用了降噪声技术措施。在速度要求较高的线路上,采用专用车道,与繁忙道路交叉处,进入半地下或高架交叉,互不影响。对速度要求不高的线路,可与道路平齐,与汽车混合运行。表 1-1 为世界十大客流最大的城市轨道交通资料。

世界部分城市轨道交通规模(资料截至 2008 年)

表 1-1

序号	城市 (国家)	地铁开通 年代	城市面积 (km ²)	城市人口 (万人)	线路数量 [运营里程(km)]	车站数 (座)	年运送人次 (亿)
1	莫斯科(俄)	1935	1081	1100	9(275)	143	26
2	东京(日)	1927	2155	1400	13(328.8)	282	25
3	纽约(美)	1867	780	700	29(443)	504	15
4	墨西哥城(墨)	1969	2018	2000	11(202)	185	15
5	巴黎(法)	1900	105.4	230	16(214)	300	12
6	大阪(日)	1933	222.3	266	8(129.9)	125	9.84
7	圣彼得堡(俄)	1955	607	456	5(122.83)	62	8.21
8	伦敦(英)	1863	1577.3	751.24	12(408)	275	8.15
9	首尔(韩)	1974	605.77	1750	9(290)	291	8.12
10	香港(中)	1979	1103	702.64	7(91)	53	8

回顾 20 世纪世界城市交通的发展历程:有轨电车从大发展到大拆除;然后汽车登上历史舞台,逐渐成了城市交通的主角;到 20 世纪末,以地铁和轻轨为代表的城市轨道交通又恢复了它的主导地位,这是个螺旋式的上升过程。

三 国内城市轨道交通的发展

改革开放以来,随着我国经济发展和城市化进程的加快,国际上其他城市曾经发生过的城市居民“出行难”的问题,逐渐在我国各大城市显现。私家车的迅猛发展、大量农民工的进城,更加造成了城市道路的拥挤。“堵车”已成为城市中使用频

率较高的词语。借鉴国外解决城市居民“出行难”的成功经验,建设城市轨道交通就是历史发展的必然趋势。

1965年2月4日,毛泽东主席为修建北京地下铁道建设项目题词:“精心设计,精心施工,在建设过程中一定会有不少错误失败,随时注意改正。”同年7月1日,北京地下铁道一期工程在玉泉路举行了开工典礼,揭开了我国城市轨道交通建设的序幕。

按我国各城市首条城市轨道交通投运的时间排序,依次为:北京、香港、天津、上海、台北、广州、长春、大连、武汉、深圳、重庆、南京、高雄。各城市轨道交通建成投运日期、运营线路长度、车站数量等规模指标见表1-2。

国内部分已建成投运城市轨道交通规模(资料截至2009年) 表1-2

序号	城市 (线路数)	线路长度 (km)	开通日期 (年.月.日)	车站数 (座)	日均客流 (万人次)
1	北京(9)	228	1969.10.1	147	500
2	香港(7)	91	1979.10.1	53	219.2
3	天津(2) (含津滨轻轨)	26.2 (71.6)	1984.12.28	22 (36)	10
4	上海(11)	410	1995.4.10	266	520
5	台北(9)	92.9	1996.3.28	80	130
6	广州(5)	154.79	1997.6.28	88	300
7	长春(1)	31.9	2002.10.30	33	6
8	大连(3)	86.3	2003.5.1	20	5
9	武汉(1)	10.2	2004.9.28	10	5
10	深圳(2)	25.26	2004.12.28	22	34.2
11	重庆(1)	19.15	2005.6.18	18	10
12	南京(1)	21.72	2005.9.3	16	20
13	高雄(2)	42.7	2008.3.9	37	15.5

截至2010年,国务院已经批复了28个内地城市的地铁建设规划,总投资8820.03亿元。其中除北京、上海、广州、深圳等城市的轨道交通扩建计划外,杭州、哈尔滨、沈阳、成都、西安、宁波、无锡、长沙、郑州、福州、昆明、南昌、青岛等城市的轨道交通建设规划也已获批准。由于地铁工程是一种急需、必要和得民心的工程,尤其是2008年全球遭遇世界性金融危机后,我国靠投资基础设施建设拉动内需,使城市公共交通建设面临大好的发展机遇,地铁的建设进程也随之加快。专家预计,今后10年、20年甚至更长时间内,都会是我国城市轨道交通建设的黄金发展期。

“没有地铁的城市是一个不完整的城市”,这句话一度被广泛引用,但地铁建设同样也有压力和风险。根据测算,地铁每公里造价高达5亿元人民币,而且建成通